

Forensisch entomologische Untersuchungen im Kriminaltechnischen Institut des Bayerischen Landeskriminalamtes

Von ORR Dr. Frank Reckel und ORR Dr. Jan-Eric Grunwald, München1

1 Das Sachgebiet 204 - Mikrospuren/Biologie

Das Kriminaltechnische Institut (Abteilung II) des Bayerischen Landeskriminalamtes (BLKA) teilt sich in elf Sachgebiete auf, von denen das Sachgebiet 204 - Mikrospuren/Biologie zweifellos mit das vielfältigste Untersuchungsangebot aufweist.



Neben der Bearbeitung von biologischen Fragestellungen werden hier auch materialkundliche Analysen (z.B. Glas, Asbest, Schussrückstand) sowie textilkundliche Untersuchungen (z.B. Faserspuren, Beschädigungen, Textil-Bild-Vergleich) durchgeführt. Hinsichtlich biologischer Fragestellungen entfallen hierbei mehr als 50% der Anträge auf vergleichende bzw. bestimmende morphologische Haaruntersuchungen (Mensch und Tier), der Rest verteilt sich auf die unterschiedlichsten botanischen und zoologischen Teilbereiche, wie zum Beispiel die Bestimmung von pflanzlichen Drogen, bestimmende und vergleichende Untersuchungen von Holz- und Pflanzenspuren oder Fragestellungen bzgl. des Washingtoner Artenschutzabkommens. Einen relativ jungen Untersuchungsbereich im Sachgebiet 204 stellt die Forensische Entomologie dar, die offiziell seit dem Jahr 2004 angeboten wird.



Auch wenn die Entomologie in Bezug auf das Fallaufkommen – die Fallzahlen pro Jahr liegen durchschnittlich im niedrigen einstelligen Bereich – zugegebenermaßen eher eine untergeordnete Rolle spielt, stellt diese Disziplin trotzdem ein wichtiges und regelmäßig in Anspruch genommenes Element im Angebot des Sachgebietes dar. Die forensisch entomologischen Aktivitäten der Sachverständigen umfassen hierbei eine Reihe sehr unterschiedliche Tätigkeiten:

- Fund- und Tatortarbeit zur Unterstützung der spurensichernden Kollegen/Kolleginnen vor Ort
- weiterführende und auswertende kriminaltechnische Untersuchungen (z.B. Erbrütung im Labor, Insektenbestimmung) sowie Gutachtenerstellung und ggf. Vertretung vor Gericht
- Beratung sowie Durchführung von Schulungen zur entomologischen Spurensicherung
- Beteiligung an wissenschaftlichen forensisch entomologischen Studien in Kooperation mit anderen Institutionen in Deutschland und Europa.

Einige dieser Tätigkeiten sollen nun im weiteren Verlauf des Artikels genauer vorgestellt werden.

2 Forensisch entomologische Fallarbeit

Vorab zum besseren Verständnis eine kurze Rekapitulation einiger Grundlagen forensisch entomologischer Untersuchungen. Die bekannteste und wichtigste Anwendung bei forensisch entomologischen Untersuchungen ist die Abschätzung der Mindestliegezeit einer Leiche, fälschlicherweise oft auch als Todeszeitbestimmung bezeichnet. Am präzisesten lässt sich die Leichenmindestliegezeit durch Altersbestimmung der ältesten an einer Leiche nachgewiesenen Insektenstadien eingrenzen. Häufig handelt es sich dabei um die Larven (Maden und Puppen) von Schmeißfliegen. Schmeißfliegen spielen bei der Liegezeitabschätzung eine wichtige Rolle, da die Vertreter dieser Familie als typische Erstbesiedler eine Leiche sehr schnell, zumeist innerhalb weniger Stunden nach Todeseintritt, besiedeln, d.h. ihre Eier ablegen, wenn äußere Umstände dies nicht verhindern. Wie bei den meisten Insekten ist auch bei Schmeißfliegen die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larvenstadien stark temperaturabhängig und variiert je nach Artzugehörigkeit. Folglich ist für eine Abschätzung der Mindestliegezeit eine exakte Artbestimmung und – soweit möglich – eine möglichst genaue Rekonstruktion der Temperaturbedingungen am Leichenfundort für die fragliche Liegezeit unumgänglich. Ein wichtiger Punkt, den es zu beachten gilt, ist, dass sich die für eine Liegezeitabschätzung relevanten ältesten Fliegenstadien nicht zwingend auf der Leiche befinden müssen, da die Maden der meisten Schmeißfliegenarten nach der Fressphase bei anstehender Verpuppung die Leiche wieder verlassen und je nach Fallumständen in der Leichenumgebung, beispielsweise im Erdboden vergraben, zu finden sind.

Die Altersbestimmung kann je nach Voraussetzungen entweder anhand von Größenmessungen der Maden oder mittels der sog. akkumulierten Tagesgradzahl erfolgen. Bei letzterem handelt es sich, vereinfacht gesagt, um die für das Erreichen eines bestimmten Stadiums notwendige Energiedosis, resultierend aus dem Produkt aus Temperatur mal Zeit. Sie erlaubt eine relativ genaue rückwirkende Berechnung des Eiablagezeitpunktes auch bei variablen Temperaturbedingungen. Bei ihren Berechnungen sind die forensischen Entomologen auf Entwicklungsdaten angewiesen, die in entsprechenden Fachzeitschriften publiziert sind.

Die Hauptaufgabe der Sachverständigen des BLKA liegt in der Fallarbeit. Auch wenn die entomologischen Fallzahlen im Sachgebiet 204 im Vergleich zum übrigen Fallaufkommen eher gering ausfallen, gehen bei den entomologischen Sachverständigen jedes Jahr regelmäßig Anfragen mit insektenkundlichem Bezug ein. An erster Stelle stehen hierbei die Beratung und die praktische Unterstützung der spurensichernden Einheiten bei einer Leichenauffindung. Die Sachverständigen des Sachgebietes 204 können von den Angehörigen der bayerischen Polizei jederzeit zur kriminaltechnischen Untersuchung und zur Unterstützung bei der Spurensicherung angefordert werden. Bei Vorliegen eines Auftrages zur Bestimmung der Mindestliegezeit als Ermittlungshilfe oder zur Gutachtenserstellung übernehmen die Sachverständigen dann in enger Abstimmung mit den Kräften vor Ort die Suche und fachgerechte Asservierung von insektenkundlichem Spurenmaterial sowie weitere Bearbeitung der Asservate. Dazu zählt nach Überführung ins BLKA je nach Bedarf auch die fachgerechte Erbrütung lebender Larven im entomologischen Labor, die weitere Präparation des Spurenmaterials, die genaue Artbestimmung sowie eine Altersberechnung der verschiedenen Stadien inklusive der damit verbundenen notwendigen Temperaturrekonstruktion. Die Ergebnisse werden in einem Gutachten zusammengefasst, welches bei Bedarf auch vor Gericht vertreten werden kann.

Seit Einführung der forensischen Entomologie im BLKA finden sich regelmäßig Fälle, bei denen die entomologischen Gutachten ihren Beitrag bei der Aufklärung von Straftaten geleistet haben. Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle erwähnt, dass die Aufträge mit insektenkundlichem Bezug im Sachgebiet nicht allein auf Leichenfunde beschränkt sind. So sind in den vergangenen Jahren auch entsprechende Gutachten bei Fällen von Erpressung in der Gastronomie, bei Branddelikten sowie allgemein zur regionalen oder zeitlichen Eingrenzung von Straftaten ergangen.

3 Ausgewählte forensisch entomologische Forschungsprojekte

Um zu gewährleisten, dass ihr Fachwissen auf dem aktuellen Stand bleibt, nehmen die forensisch entomologischen Sachverständigen unter anderem regelmäßig an jährlich stattfindenden Laborvergleichsuntersuchungen und entsprechenden Fachkonferenzen teil. Darüber hinaus beteiligen sie sich auch an forensisch entomologischen Forschungsprojekten auf nationaler und internationaler Ebene, von denen an dieser Stelle stellvertretend zwei Projekte vorgestellt werden.

3.1 Versuche zur Auffindung von Schweinekadavern mittels Wärmebildkamera

Bereits seit vielen Jahren kommt bei der Suche nach Straftätern und Vermissten die Wärmebildkamera (FLIR, **F**orward **L**ooking **I**nfra**R**ed) vom Hubschrauber aus standardmäßig zum Einsatz. Hierbei macht man sich zunutze, dass der Körper einer lebenden Person in der Regel eine höhere Temperatur aufweist als seine Umgebung. Die daraus resultierende unterschiedlich starke

Wärmeabstrahlung wird durch die Wärmebildkamera in ein Graustufenbild umgewandelt. Diese Art des bildgebenden Verfahrens wird auch als Thermographie bezeichnet.

Aber wie stellt sich die Sachlage bei bereits verstorbenen Personen oder Opfern von Tötungsdelikten dar? Üblicherweise gleicht sich die Körpertemperatur nach Todeseintritt allmählich der Umgebungstemperatur an. Je nach Jahreszeit geschieht dies unterschiedlich schnell, aber prinzipiell ist zu erwarten, dass eine Leiche schon nach einigen Stunden bis spätestens etwa zwei Tagen nicht mehr mithilfe einer Wärmebildkamera thermographisch wahrgenommen und somit auf diese Weise aufgefunden werden kann.

Allerdings wurde bei forensisch entomologischen Freilandversuchen festgestellt, dass durch mikrobiell bedingte Verwesungsprozesse und vor allem durch die Aktivität leichenbesiedelnder Insekten ein Anstieg der Temperatur verursacht werden kann. In diesem Zusammenhang spielen gerade die Maden von Schmeißfliegen eine wichtige Rolle. Unter günstigen Bedingungen legen Schmeißfliegen ihre Eier in großer Zahl an einer Leiche ab. Die daraus schlüpfenden Maden bilden Fressgemeinschaften, sog. Madenmassen, die zum Teil aus mehreren tausend Individuen bestehen können. In diesen Madenmassen können Temperaturen auftreten, die über längere Zeit deutlich über der Umgebungstemperatur liegen, was eine Wahrnehmung durch eine Wärmebildkamera möglich erscheinen lässt. Auch wenn diese Zusammenhänge an sich bereits länger bekannt waren, lagen bis vor wenigen Jahren noch keine allgemein zugänglichen Erkenntnisse in Form von Publikationen vor, ein Umstand, der 2010 im Fall des vermissten Mirco in Nordrhein-Westfalen besonders deutlich wurde. Zwei Wochen nach seinem Verschwinden kam die Frage nach einem möglichen Einsatz von Wärmebildkameras bei der Suche des Kindes auf. Hierbei zeigte sich eine große Unsicherheit bzw. Unkenntnis darüber, wie lange nach Todeseintritt ein menschlicher Körper überhaupt noch eine thermographisch messbare Wärmemenge abstrahlt, das heißt, ein Sucheinsatz mittels Wärmebildkamera demnach überhaupt noch sinnvoll ist.

Um diese Zusammenhänge genauer zu untersuchen, wurde ein Forschungsprojekt in Kooperation zwischen der Rechtsmedizin Frankfurt, der Hubschrauberstaffel NRW, der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung NRW und dem Bayerischen Landeskriminalamt initiiert. Dabei wurden in bislang drei Versuchsstaffeln zu unterschiedlichen Jahreszeiten auf einem für die Öffentlichkeit unzugänglichen Versuchsgelände tote Schweine ausgelegt. In den Versuchen wurden verschiedene Fall- und Ablageszenarien simuliert. Einige Schweine lagen beispielsweise unbedeckt oberflächlich frei, andere dagegen bedeckt, ein Teil wurde mit Ästen abgedeckt usw. Abgesehen von der Dokumentation der Insektenbesiedelung mit entsprechender Probenahme sowie regelmäßigen Temperaturmessungen auf und in den Kadavern wurden die Schweine weitgehend sich selbst überlassen. An festgelegten Tagen erfolgten über einen Zeitraum von ca. drei Wochen überwiegend nachts Überflüge in Verbindung mit thermographische Messungen durch einen mit einer Wärmebildkamera ausgestatteten Helikopter. Die Ergebnisse der ersten Versuchsstaffel 2014 wurden vorab bereits im Jahr 2017 veröffentlicht.² Hierbei zeigte sich, dass die auftretenden Madenmassen an den Schweinen Temperaturen generierten, die teilweise bis zu 10°C über der Umgebungstemperatur lagen. Dies führte dazu, dass die beiden Versuchsschweine bzw. deren Überreste auch noch nach drei Wochen Liegezeit (!) thermografisch auffindbar und darstellbar waren.

Die vollständige Auswertung der Ergebnisse der nachfolgenden beiden Versuchsstaffeln aus den Jahren 2017 und 2018 dauert noch an. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt zeichnet sich eine grundsätzliche Bestätigung der Ergebnisse aus der ersten Versuchsstaffel ab, wobei bestimmte Ablageszenarien durchaus die Darstellbarkeit und Auffindbarkeit mittels Wärmebildkamera beeinträchtigen oder gänzlich verhindern können. Des Weiteren bewirkte die Umstellung der Hubschrauberstaffel NRW auf das neue FLIR Star Safire 380-HD System im Jahre 2017 eine enorme Verbesserung der Bildqualität und der Darstellbarkeit gegenüber 2014, was thermografische Aufnahmen von beeindruckender Auflösung und Schärfe ermöglichte (**Abb. 1, 2**).



Abb. 1: Thermografische Nachtaufnahme von vier frei liegenden Schweinekadavern aus dem Helikopter nach ca. acht Tagen Liegezeit, rote Markierungen: unbedeckt, gelbe Markierungen: bedeckt; Die hell aufleuchtenden Flächen repräsentieren die Bereiche der Schweine mit erhöhter Wärmeentwicklung und -abstrahlung aufgrund von Madenmassen (m.f.G.d. KOK Lars Weidlich, SG 43.2, Flugeinsatzgruppe Düsseldorf).

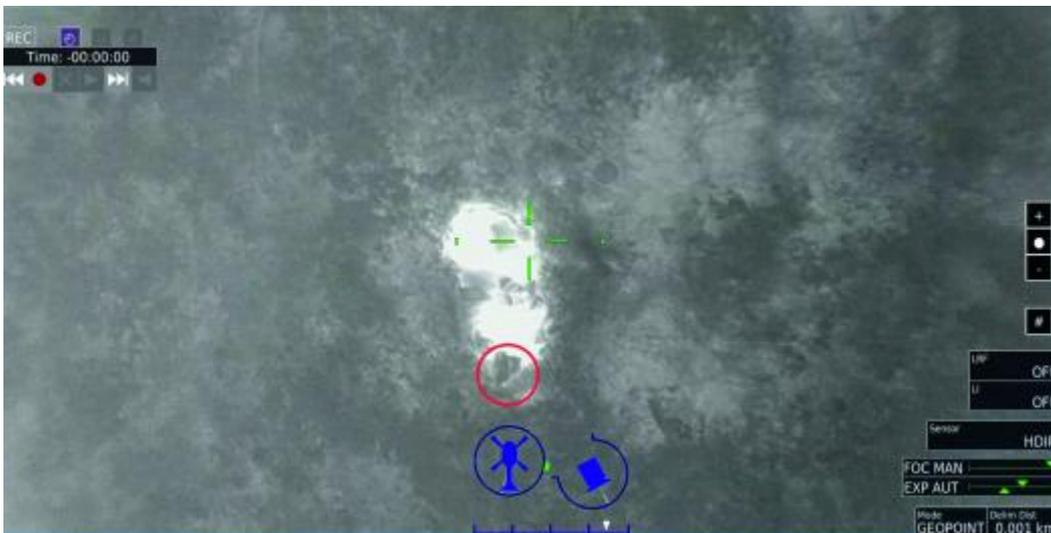


Abb. 2: Detailaufnahme eines bekleideten Schweines nach einer Liegezeit von ca. 10 Tagen. Deutlich ist die aufgrund fortgeschrittener Madenaktivität großflächige Wärmeabstrahlung erkennbar (helle Bereiche) erkennbar (m.f.G.d. KOK Lars Weidlich, s.o.).

Es ist geplant, in einer letzten Versuchsstaffel die Möglichkeiten der Thermographie im Winter zu untersuchen, d.h. ob und wie lange eine Darstellung der Kadaver möglich ist, wenn eine Besiedelung durch Insekten nahezu ausgeschlossen werden kann. Möglicherweise reicht die mikrobielle Aktivität allein zumindest für ein schwaches Temperatursignal bereits aus.

Nach Abschluss der Auswertung aller Versuchsstaffeln ist eine Veröffentlichung der gesammelten Erkenntnisse angedacht, um den Entscheidungsträgern eine Entscheidungshilfe bei zukünftigen Leichen- oder Vermisstensuchen an die Hand geben zu können.

3.2 Versuche zur Abfolge der Besiedelung von Kadavern (Sukzessionsversuche)

In unregelmäßigen Abständen führen die Entomologen des BLKA auch sog. Sukzessionsversuche durch, bei denen Tierkadaver ausgelegt werden und die Abläufe der Verwesung und der Besiedelung mit Insekten untersucht und dokumentiert werden. Üblicherweise werden für diese Versuche Schweine verwendet, da sie von ihrer Behaarung und Ernährung dem Menschen am nächsten kommen, und daher allgemein als Modelltiere anerkannt sind. Mit der Durchführung eigener Sukzessionsversuche lässt sich z.B. überprüfen, ob die in der Fachliteratur publizierten Daten auch auf das heimische „Einsatzgebiet“ anwendbar sind. Zusätzlich gewinnen die Entomologen einen aktuellen Überblick über die heimische forensisch relevante Insektenfauna, und nicht zuletzt kann die hauseigene Vergleichssammlung des BLKA ergänzt und erweitert werden. So wurde wiederholt bei Sukzessionsstudien mit *Chrysomya albiceps* (**Abb. 3**) eine subtropische bis tropische Schmeißfliegenart in Bayern nachgewiesen, die sich jetzt wohl immer mehr nach Norden ausbreitet – vermutlich auch im Zuge der Klimaerwärmung.**3**



Abb. 3: *Chrysomya albiceps*, eine ursprünglich subtropische bis tropische Schmeißfliegenart, die inzwischen bereits mehrfach auch in Deutschland nachgewiesen werden konnte.



Abb. 4: Typischer Versuchsaufbau für eine Sukzessionsstudie des BLKA: Ausbringung eines bekleideten, frischen Schweinekadavers in München. Der Käfig dient dem Schutz des Studienobjektes vor größeren Aasfressern. An vier Seiten um den Käfig befinden sich Bodenfallen zur Erfassung von Bodeninsekten.

Abb. 4 zeigt den typischen Aufbau eines Sukzessionsversuchs, in **Abb. 5** ist die Abwanderung der ersten Besiedelungswelle von Schmeißfliegen im fortgeschrittenen Verwesungszustand zu sehen.



Abb. 5: Die Abwanderung von Schmeißfliegenmaden im „Post-Feeding“-Stadium von einem unbekleideten Schweinekadaver an Tag 12 nach Beginn eines Sukzessionsversuches (Larven der ersten Besiedelungswelle).

Häufig finden diese Versuche in Zusammenarbeit mit anderen Organisationen statt, z.B. mit dem Nationalpark Bayerischer Wald oder mit der Zoologischen Staatssammlung München (ZSM). Bei solchen Kooperationen ergeben sich immer wieder wertvolle Synergieeffekte, wie z.B. im Jahr 2016 die Weiterentwicklung der molekulargenetischen Bestimmung leichenbesiedelnder Insekten durch die ZSM. Ein Teil dieser Ergebnisse wurde bereits publiziert, eine weitere Veröffentlichung ist gerade in Arbeit. Es ist abzusehen, dass diese Methode in der Zukunft Erleichterungen für die Fallarbeit bringen wird, gerade im Hinblick auf die – morphologisch sehr anspruchsvolle – Bestimmung früher Larvenstadien von Fliegen.

Ein zusätzlicher Vorteil der Durchführung von Sukzessionsversuchen ist der Gewinn an Praxiserfahrung. Die Bearbeitung eines solchen Experiments deckt die gesamte Bandbreite der entomologischen Fallpraxis ab: von der Dokumentation, Temperaturmessung und Spurensicherung am „Tatort“ bis zur Bebrütung, Konservierung und Bestimmung von Insektenmaterial im Labor. Diese Übung kommt nicht nur den Entomologen selbst zugute: So haben ca. 50 spurensichernde Beamte der Bayerischen Polizei im Jahre 2016 die Gelegenheit genutzt, im Verlauf eines Sukzessionsversuchs eine praxisnahe Fortbildung in entomologischer Spurensicherung zu erhalten und dabei selbst Hand anzulegen.

Dabei sind die Entomologen des BLKA nicht ausschließlich national aktiv. Als Mitglieder der European Association for Forensic Entomology (EAFE) befinden sie sich in regem Austausch mit internationalen Fachkollegen. Bisheriger Höhepunkt in dieser Hinsicht war die Organisation der EAFE-Jahrestagung 2018 bei der etwa 80 Delegierte in München begrüßt werden konnten.

Bildrechte: Autoren und Lars Weidlich.

Anmerkungen

1. Dr. Frank Reckel (rechtes Foto) und Dr. Jan Grunwald sind Sachverständige für biologische und textile Mikrospuren im Kriminaltechnischen Institut des Bayerischen Landeskriminalamtes.
2. Amendt, J., Rodner, S., Schuch, C.-P., Sprenger, H., Weidlich, L., & Reckel, F., 2017, Helicopter thermal imaging for detecting insect infested cadavers. *Science and Justice* 57, 366-372.
3. Kotrba, M., Reckel, F., Grunwald, J., Balke, M., Swoboda, S., 2012, *Chrysomya albiceps* – a forensically important blow fly new for Bavaria. *Mitt. Münch. Ent. Ges.* 102, 99-103.

